

Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall

Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall
5 gemäß Anspruch 1.

Es ist bekannt, dass Schwingungen in der Karosserie eines Fahrzeugs, die
beispielsweise durch einen Crash verursacht werden, mittels eines
Körperschallsensors erfasst werden können. Um den Insassenschutz optimal
10 an unterschiedliche Fahrsituationen anzupassen, werden die
Körperschallsensoren unmittelbar außen an der Fahrzeugkarosserie befestigt
oder aber im Zentralgerät angeordnet, sofern dieses schwingungstechnisch
mit der Fahrzeugkarosserie verkoppelt ist. Die Anbringung außen an der
Fahrzeugkarosserie als Seiten- oder Upfrontsensoren ist von Vorteil, wenn ein
15 Seitencrash oder ein Zusammenstoß mit einem Hindernis geringer Masse
vorliegt, da sie eine schnelle und sichere Erkennung eines Unfalls und damit
den effizienten Einsatz von Schutzmitteln ermöglichen.

Bekannte Vorrichtungen zur Auslösung von Sicherheitseinrichtungen in einem
20 Fahrzeug sind häufig mit mehreren Sensoren zur Erfassung von Körperschall
oder Beschleunigung ausgestattet. Sind die Sensoren in der Lage, die
Beschleunigung eines Fahrzeugs und den Körperschall gleichzeitig zu
erfassen, müssen die Signalanteile der Beschleunigung und des
Körperschalls in der Regel aufwendig aus dem breitbandigen Signal mittels
25 einer nachgeordneten Verarbeitungseinheit herausgefiltert werden. Dabei
werden entweder digitale Filter eingesetzt, die eine vorherige A/D-Wandlung
des Sensorsignals erfordern, oder es werden analoge Filter eingesetzt, deren
Einsatz meist noch kostenaufwendiger ist als der Einsatz digitaler Filter.
Häufig weisen die Sensoren zudem eine unterschiedliche
30 Empfindlichkeitsrichtung bezüglich der Erfassung von Beschleunigung oder
Körperschall auf. Daher werden in einer Sicherheitseinrichtung meistens
mehrere dieser Sensoren eingesetzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall vorzuschlagen, der eine einfache und genaue Erfassung von Signalanteilen des Körperschalls und gegebenenfalls der Beschleunigung ermöglicht, um beispielsweise die Auslösung einer
5 Sicherheitseinrichtung in einem Fahrzeug mit einer möglichst geringen Anzahl von Sensoren zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte
10 Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, dass der Messwertaufnehmer einzelne Messwertaufnehmerelemente aufweist, wobei
15 jedes dieser einzelnen Messwertaufnehmerelemente eine Erfassung gewünschter Signalanteile des Körperschalls und gegebenenfalls der Beschleunigung ermöglicht.

Die Erfindung betrifft nun einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von
20 Körperschall, der einen Messwertaufnehmer zur Erfassung des Körperschalls umfasst, wobei der Messwertaufnehmer mehrere einzelne, gesonderte Messwertaufnehmerelemente umfasst, die jeweils mit einer Fahrzeugstruktur derart gekoppelt sind, dass Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur auf den Messwertaufnehmer übertragen werden. Die
25 Messwertaufnehmerelemente können dabei empfindlich für unterschiedliche Frequenzbereiche ausgebildet sein. Die Messwertaufnehmerelemente können auch unterschiedliche Empfindlichkeitsrichtungen aufweisen. Der Fahrzeugsensor kann somit Signalanteile des Körperschalls zur Verfügung stellen, ohne dass ein aufwändiges Herausfiltern der erforderlichen
30 Frequenzen aus einem sonst üblichen breitbandigen Signal und damit eine aufwändige Schaltungsanordnung zur Filterung notwendig ist. Mit einer geeigneten Anordnung der einzelnen Messwertaufnehmerelemente kann eine geeignete Erfassung der gewünschten Signalanteile, auch unter

Berücksichtigung unterschiedlicher Empfindlichkeitsrichtungen, realisiert werden. So kann beispielsweise eine Sicherheitseinrichtung eines Fahrzeug wie ein Insassenschutzsystem mit einer möglichst geringen Anzahl von Fahrzeugsensoren kostengünstig implementiert werden.

5

Die Erfassung der unterschiedlichen Signalanteile über die einzelnen Messwertaufnehmerelemente, die jeweils eine Messelektrode aufweisen, kann mit Hilfe einer gemeinsamen Messelektrode erfolgen. Dazu können die Potentiale beziehungsweise die Änderung der Potentiale zwischen der gemeinsamen Elektrode und jeweils einer anderen Messelektrode gemessen und ausgewertet werden.

10

Der Fahrzeugsensor eignet sich insbesondere dazu, longitudinale Körperschallwellen zu erfassen. Damit können beispielsweise Diagnoseeinrichtungen realisiert werden, die zur Auswertung von Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen dienen. Die dabei gemessenen Kräfte können Axial-, Biege-, Scher-, Torsions- oder auch Beschleunigungskräfte sein. Die Erfassung und Verarbeitung longitudinaler Körperschallwellen ist vorteilhaft, da sie eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle ermöglichen. Damit kann mit nur einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung prinzipiell eine Ebene hinsichtlich des Körperschalls überwacht werden.

15

20

25

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fahrzeugsensor derart ausgebildet, dass die einzelnen Messwertaufnehmerelemente mit der Fahrzeugstruktur derart gekoppelt sind, dass longitudinale und/oder transversale Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur auf den Messwertaufnehmer übertragen werden. Durch die Erfassung transversaler Körperschallwellen kann weitere Information über beispielsweise ein Crashereignis gewonnen werden, die für die Steuerung einer Sicherheitseinrichtung von Bedeutung sein kann.

30

Aufgrund der unterschiedlichen Amplituden der Signalanteile des longitudinalen oder transversalen Körperschalls oder der Beschleunigung kann es von Vorteil sein, wenn eine im Fahrzeugsensor, insbesondere auf einem Träger angeordnete Verarbeitungseinheit, die vorzugsweise als integrierte Halbleiterschaltung ausgebildet ist, eine ausreichende Dynamik besitzt. Longitudinale Körperschallwellen weisen meist eine geringere Amplitude als transversale Körperschallwellen oder auch Beschleunigungssignale auf. Die Verarbeitungseinheit kann deshalb ausgebildet sein, Signale mit unterschiedlichen Amplituden ohne Übersteuerung zu verarbeiten, insbesondere dann, wenn unerwünschte Signalanteile nicht ausreichend durch die erfindungsgemäße Konstruktion des Fahrzeugsensor gedämpft werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnahmerelemente mit der Fahrzeugstruktur über eine elastische oder eine visko-elastische Koppelschicht zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt. Eine derartige Koppelschicht bewirkt, dass bei einer Übertragung von Signalanteilen bestimmte Signalanteile gedämpft werden. Dadurch wird beispielsweise eine Art von Filterung von Signalanteilen, insbesondere von unerwünschten Signalanteilen ermöglicht.

Insbesondere ist die visko-elastische Koppelschicht als eine gemeinsame, sich über die Fläche aller Messwertaufnahmerelemente zwischen den Messwertaufnahmerelementen und der Fahrzeugstruktur erstreckende Schicht ausgebildet. Dabei kann der Kopplungsfaktor in Richtung zum Messwertaufnehmer größer oder mindestens gleich dem Kopplungsfaktor quer zum Messwertaufnehmer sein.

Die visko-elastische Koppelschicht kann auch in Form von separaten Noppen zwischen den Messwertaufnahmerelementen und der Fahrzeugstruktur ausgebildet sein. Die Noppen können mittels Dispensen oder Rackeln auf die Messwertaufnahmerelemente aufgebracht werden. Der Freiraum zwischen den Noppen kann beispielsweise mit einem harten, unelastischen Underfiller-

Material ausgefüllt werden. Mit einer derartigen Anordnung kann eine frequenzabhängige Übertragung beispielsweise der Körperschallwellen in einer Empfindlichkeitsrichtung des Fahrzeugsensors realisiert werden.

Außerdem kann ein Übersprechen zwischen den

5 Messwertaufnehmerelementen verhindert werden.

Ist der Messwertaufnehmer in einer Array-Anordnung der

Messwertaufnehmerelemente mittels einer Matrize, die Freisparungen im Bereich der Messwertaufnehmerelemente aufweist, mit der Fahrzeugstruktur verbunden, kann die visko-elastische Koppelschicht in Form von Füllungen der Freisparungen der Matrize zwischen den Messwertaufnehmerelementen und der Fahrzeugstruktur ausgebildet sein.

Die Noppen oder Füllungen der Matrizenaussparungen können zur

15 Anpassung der Wirkflächen der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur und zur Optimierung der frequenzabhängigen Dämpfung unterschiedliche Querschnitte, Dicken oder Formen aufweisen. Weiterhin kann zur Optimierung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur unter Nutzung der Wellenbrechung eine Anpassung des Wellentyps, beispielsweise einer Biege-, Torsions-, Longitudinal-, Transversal-, Rayleigh- oder Dehnwelle, an das Messprinzip des Messwertaufnehmers (Messung von Druck-, Biege-, Scher- oder Torsionskräften) erfolgen.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Facettenstruktur angeordnet. In einer alternativen, bevorzugten Ausführungsform sind die Messwertaufnehmerelemente in Form eines Arrays angeordnet. Dabei können die Messwertaufnehmerelemente eine rechteckige Fläche aufweisen.

30 In diesen beiden Ausführungsformen des Fahrzeugsensors weist der Messwertaufnehmer vorzugsweise mindestens acht Messwertaufnehmerelemente auf. Es hat sich gezeigt, dass für die Körperschallerfassung in einer Ebene mindestens acht

Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise Messelektroden optimal sind, um eine zuverlässige Bestimmung der Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle zu ermöglichen.

- 5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Digitalstruktur angeordnet. Die Messwertaufnehmerelemente können dabei eine kammartige Fläche aufweisen. Mit einer Digitalstruktur können beispielsweise spezielle Filtereigenschaften des Fahrzeugsensors realisiert werden. In dieser
- 10 Ausführungsform des Fahrzeugsensors weist der Messwertaufnehmer vorzugsweise mindestens zwei Messwertaufnehmerelemente auf.

- In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Selbstteststruktur angeordnet.
- 15 Eine Selbstteststruktur kann das Durchführen eines Selbsttests des Fahrzeugsensors ermöglichen. Dazu kann zusätzlich zu den anderen Messwertaufnehmerelementen beziehungsweise Messelektroden eine Selbsttestelektrode implementiert werden. Über diese Selbsttestelektrode kann ein Testsignal eingespeist werden, dass dann von den anderen
- 20 Messelektroden gemessen werden kann. Hierzu sind mindestens zwei weitere Messelektroden neben der Selbsttestelektrode notwendig.

- Durch die geometrische Form der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise deren Abmessungen und die Anordnung der
- 25 Messwertaufnehmerelemente kann eine Übertragung bestimmter Körperschallwellen beeinflusst werden. So kann eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile beziehungsweise ein bevorzugtes Übertragen erwünschter Signalanteile gegenüber unerwünschten Signalanteilen erreicht werden.

30

Wenn der Fahrzeugsensor beispielsweise zur Erfassung eines Bewegungsablaufs eines Fahrzeugs eingesetzt wird, können die Abmessungen der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der

Messelektroden kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Bei einer Facetten- oder Arrayanordnung können daher die Abmessungen der rechteckförmigen Messelektroden kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Analog dazu können die Abmessungen der kammartigen Strukturen der Messelektroden in einer Digitalanordnung ebenfalls kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

Wird der Fahrzeugsensor dagegen beispielsweise als Wellenfilter eingesetzt, können die Abmessungen der Messwertaufnahmerelemente beziehungsweise der Messelektroden größer sein als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Auch hier gilt dies sowohl für die Abmessungen der rechteckförmigen Messelektroden in einer Facetten- oder Arraystruktur als auch für die kammartigen Strukturen der Messelektroden in einer Digitalanordnung.

Insbesondere ist der Messwertaufnehmer als piezoelektrischer Messwertaufnehmer ausgebildet. Piezoelemente sind in der Lage, Biege-, Scher-, Torsions-, Zug- oder Druckkräfte zu erfassen. Sie weisen eine hohe Empfindlichkeit auf und können Schwingungen in einem breiten Frequenzbereich erfassen. Mit einem piezoelektrischen Messwertaufnehmer können insbesondere Facettenstrukturen mit Umkontaktierung gut realisiert werden. Da sie unterschiedliche Kräfte erfassen können, können mit Piezoelementen unterschiedliche Ausführungsformen des Fahrzeugsensors einfach und kostengünstig realisiert werden.

Andererseits kann der Messwertaufnehmer auch als piezoresistiver oder kapazitiver Messwertaufnehmer ausgebildet sein. Mit einem derartigen Messwertaufnehmer lassen sich Druckkräfte gut erfassen. Sie weisen eine feine räumliche Auflösung auf. Insbesondere Array-Anordnungen können mit einem derartigen Messwertaufnehmer gut realisiert werden. Die Elektronik der Verarbeitungseinheit kann dabei in der Arraystruktur integriert werden. Vorzugsweise ist der Fahrzeugsensor dann als ASIC ausgebildet, wobei die

Kontaktierung der Messwertaufnehmerelemente innerhalb des ASICs realisiert wird.

Weiterhin kann der Sensor einen Träger für den Messwertaufnehmer umfassen, der als ein Substrat, ein Verdrahtungsträger oder eine Folie ausgebildet ist. Vorzugsweise kann sich der Träger zur weiteren Montage in ein Gehäuse eignen. Bei Verwendung von auf Halbleitern basierenden Technologien, insbesondere von anwendungsspezifischen Schaltkreisen, kann der Träger ein Lead Frame sein, dass mit einer Molding Masse als Gehäuse vergossen wird.

Bevorzugt ist der Messwertaufnehmer über eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung mit dem Träger verbunden. Diese Verbindung ist beispielsweise eine Klebestelle oder eine Kontaktschicht. Sie kann Kontaktflächen aufweisen, die eine elektrische Signalübertragung zwischen den Elektroden des Messwertaufnehmers und einer auf dem Träger angeordneten Verarbeitungseinheit gewährleisten.

Zum Schutz vor Umwelteinflüssen kann der Sensor ein Gehäuse aufweisen. In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors ist das Gehäuse als Hybridgehäuse ausgebildet. Das Gehäuse des Fahrzeugsensors kann derart ausgebildet sein, dass es in einen Hohlraum der Fahrzeugstruktur eingepasst und dort über eine Klebe-, Löt-, Schweiß-, Klemm- oder Schraubverbindung befestigt werden kann. Der Hohlraum kann zusätzlich mit einem Verguss ausgefüllt werden. Alternativ ist es möglich, dass das Gehäuse über einen Montageblock, der den Fahrzeugsensor samt Gehäuse aufnimmt, an der Fahrzeugstruktur befestigt wird.

Der Fahrzeugsensor kann auch einen Beschleunigungssensor umfassen, um mit hoher Präzision Beschleunigungen erfassen zu können. Der Beschleunigungssensor ist vorzugsweise als piezoelektrischer oder mikromechanischer Beschleunigungsaufnehmer realisiert.

Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten des Fahrzeugsensors im Fahrzeug sowie der unterschiedlichen Amplituden der Signalanteile des longitudinalen oder transversalen Körperschalls oder der Beschleunigung ist es vorteilhaft, wenn die Empfindlichkeit der

5 Beschleunigungsmessung im Herstellungsprozess des Fahrzeugsensors je nach Anwendung unterschiedlich in einem Bereich von etwa $\pm 1g$ bis etwa $\pm 1000g$ eingestellt wird. Damit kann eine Übersteuerung einer im Fahrzeugsensor integrierten Verarbeitungseinheit vermieden werden. Eine höhere Empfindlichkeit von bis zu etwa $\pm 1000g$ kann dann eingestellt
10 werden, wenn der Fahrzeugsensor beispielsweise im Frontalbereich des Fahrzeugs eingesetzt werden soll, um einen Frontalcrash zu detektieren. Aber auch ein Zusammenstoß mit einem Fußgänger, der im Vergleich zu einem anderen Fahrzeug eine geringe Masse aufweist, kann dann beispielsweise zur Auslösung eines Fußgängerschutzsystems sicher detektiert werden.

15

Außerdem kann der Fahrzeugsensor ausgebildet sein, dass die Messwertaufnahmerelemente mit der Fahrzeugstruktur über mindestens eine mechanische Kontaktstelle zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind. Dabei kann die mindestens eine mechanische Kontaktstelle eine
20 Kegelform aufweisen, wobei die Grundfläche des Kegels kreisförmig oder oval sein kann. Ist der Fahrzeugsensor zusätzlich über einen Montageblock mit der Fahrzeugstruktur verbunden, können auch die Anbringungsflächen zwischen dem Montageblock und der Fahrzeugstruktur derartige Kontaktstellen aufweisen. Vorzugsweise ist der Kegel derart angeordnet, dass seine
25 Grundfläche mit dem Messwertaufnehmer oder gegebenenfalls mit dem Montageblock, der den Fahrzeugsensor enthält, verbunden ist, wogegen die Spitze des Kegel mit der Fahrzeugstruktur verbunden ist. Dadurch kann eine Dämpfung unerwünschter Signale beziehungsweise ein bevorzugtes Übertragen erwünschter Signalanteile gegenüber unerwünschten
30 Signalanteilen ermöglicht werden.

Wird der Fahrzeugsensor beispielsweise zur Erfassung eines Bewegungsablaufs eines Fahrzeugs eingesetzt, sollten die Abstände

zwischen den mechanischen Kontaktstellen kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge.

5 Wird der Fahrzeugsensor beispielsweise als Wellenfilter eingesetzt, sollten die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen größer sein als die größte zu erfassende Wellenlänge.

10 Die Erfindung betrifft ferner eine Sicherheitseinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung. Mit nur einem Fahrzeugsensor, kann eine Ebene hinsichtlich eines Zusammenstosses überwacht werden und die Sicherheitseinrichtung rechtzeitig und zuverlässig in Abhängigkeit von der Art des Unfalls ausgelöst werden.

15 Die Erfindung betrifft außerdem eine Diagnoseeinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung. Derartige Diagnoseeinrichtungen können beispielsweise Erkennungsvorrichtungen für Crashsignaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen umfassen. So kann er beispielsweise eine Kugellager- oder Rollenlagerüberwachung aufgrund von
20 Schwingungsmessungen an den relevanten Stellen durchführen. Ebenfalls kann mit ihm eine Fahrbahnzustandsüberwachung aufgrund einer Schwingungsanalyse der im Fahrwerk auftretenden Schwingungen realisiert werden. Er kann weiterhin in Stabilitäts- und Bremssystemen des Fahrzeugs oder in Fahrdynamikregelungssystemen eingesetzt werden. Der
25 Fahrzeugsensor mit seiner charakteristischen Empfindlichkeitsrichtung wird dabei entsprechend der Ausrichtung der zu messenden Schwingungen angebracht.

30 Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung zur Auswertung von überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen beziehungsweise zur Differenzierung zwischen überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen, als

durchstimbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner oder als Parameterschätzer oder zur Ermittlung statistischer Kenngrößen.

- 5 Es hat sich gezeigt, dass es bei mehr als acht Messwertaufnehmerelementen möglich ist, eine Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise eine Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen durchzuführen.

- 10 Durch die Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise die Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen kann beispielsweise eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle beziehungsweise eine Ortung der Signalquelle ermöglicht werden. Eine Richtungsauswertung von auftretenden Körperschallwellen kann vorteilhaft bei der Realisierung eines Insassenschutzsystems verwendet werden, um beispielsweise des Ort des Zusammenstosses mit einem
- 15 Hindernis zu ermitteln und dadurch das Insassenschutzsystem gezielter steuern zu können.

- 20 Weiterhin kann damit eine Spektralanalyse der Körperschallwellen und insbesondere eine FFT (Fast Fourier Transformation) und/oder eine Kurzzeit-FFT durchgeführt werden. Damit kann die Implementierung einer Sicherheitseinrichtung in einem Fahrzeug mit einer möglichst geringen Anzahl von Fahrzeugsensoren realisiert werden.

- 25 Außerdem können sich daraus weitere Einsatzmöglichkeiten des Fahrzeugsensors ergeben. Durch die Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise die Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen kann eine Amplitudendemodulation und/oder eine Frequenzdemodulation von Messsignalen ermöglicht werden.
- 30 Außerdem können mit diesen Eigenschaften verschiedene Filterfunktionen nachgebildet werden.

Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

- 5 In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

Die Zeichnungen zeigen in:

10

Fig. 1 eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit zwei Fahrzeugsensoren gemäß der Erfindung;

Fig. 2.1 eine schematische Darstellung des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung, wobei der Fahrzeugsensor neben dem Körperschall auch die Beschleunigung erfasst;

15

Fig. 2.2 eine Frequenzcharakteristik des von dem in Fig. 2.1 dargestellten Fahrzeugsensor erfassten Signals;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;

20

Fig. 4.1 eine detaillierte Darstellung der Anbringung des Messwertaufnehmers auf dem Träger der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsform;

Fig. 4.2 eine vergrößerte Darstellung eines durch einen punktierten Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 4.1;

25

Fig. 4.3 die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 4.1;

Fig. 5.1 eine Facettenanordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 5.2 eine Array-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 6.1 eine Digital-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 6.2 eine Selbsttest-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

30

Fig. 7 eine zweite Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;

Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 7;

- Fig. 9.1 eine dritte Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;
- Fig. 9.2 die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 9.1;
- Fig. 10.1 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur über die viskoelastische Koppelschicht;
- Fig. 10.2 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur über viskoelastische Noppen;
- Fig. 10.3 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur über mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen einer Matrice;
- Fig. 11.1 verschiedene Ausführungsformen der Noppen beziehungsweise Freisparungen der Matrice;
- Fig. 11.2 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur mit einer Anpassung der Welle an das Messwertaufnehmerelement;
- Fig. 12 eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit Seiten- und Upfrontsensoren gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 13 eine Darstellung der Empfindlichkeitsrichtungen von Beschleunigungsaufnehmern eines Insassenschutzsystems gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 12 zeigt eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit Seiten- und Upfrontsensoren gemäß dem Stand der Technik. Das Fahrzeug 1 ist mit einem zentralen Steuergerät 2 ausgestattet, das für die Steuerung beziehungsweise Auslösung einer Sicherheitseinrichtung in dem Fahrzeug 1 vorgesehen ist. Weiterhin ist eine Anzahl von Sensoren (3.1.2, 3.2, 3.3) im Fahrzeug angeordnet, die für eine schnelle Detektion eines Frontal- oder Seitencrashes vorgesehen sind.

Das Steuergerät 2 ist zentral im Fahrzeug 1, vorzugsweise im Fahrzeugtunnel, angeordnet. Es steuert beispielsweise die Auslösung von nicht näher dargestellten Insassenschutzeinrichtungen wie Gurtstraffern, Airbags oder Überrollvorrichtungen, die zum richtigen Zeitpunkt während oder

nach einem Zusammenstoß aktiviert werden müssen, um dem Insassen einen möglichst großen Schutz zu bieten.

Bei den seitlich im Fahrzeug 1 angeordneten Sensoren handelt es sich um
5 Seitensensoren 3.1.2, die zur Erkennung eines Seitencrashes dienen. Die
Empfindlichkeit der Seitensensoren 3.1.2 ist üblicherweise in y-Richtung, d.h.
in Fahrzeugquerrichtung ausgerichtet. Es sind auch schon Vorrichtungen
bekannt, bei denen die Seitensensoren 3.1.2 eine zusätzliche Empfindlichkeit
in x-Richtung, d.h. in Fahrzeuglängsrichtung, aufweisen, wie sie in Fig. 12 mit
10 einem gepunkteten Pfeil dargestellt ist. Die zusätzlichen
Beschleunigungsaufnehmer in Fahrzeuglängsrichtung sind hauptsächlich zur
Detektion von Crashes vorgesehen, die im Bereich der Kotflügel des
Fahrzeugs 1, also nicht mittig von vorn oder hinten auftreten. Diese Crash
sind schwierig zu detektieren, da die Karosserie des Fahrzeugs 1 im Bereich
15 der Kotflügel relativ weich ist und daher ein Crash relativ spät erkannt wird.

Bei den im vorderen Bereich des Fahrzeugs angeordneten Sensoren handelt
es sich um zentral angeordnete Upfrontsensoren 3.3 und seitlich angeordnete
Upfrontsensoren 3.2. Diese werden zur Detektion eines Frontalcrashes
20 eingesetzt. Je nach den Erfordernissen des auszulösenden
Insassenschutzsystems können zwei seitlich angeordnete Upfrontsensoren
3.2 oder nur ein mittig angeordneter Upfrontsensor 3.3 notwendig sein, um
einen Crash zuverlässig zu detektieren und das Insassenschutzsystem sicher
auszulösen. Die Empfindlichkeitsrichtung der Upfrontsensoren 3.2, 3.3 ist
25 dabei in x-Richtung, d.h. in Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtet.

Die Seitensensoren 3.1.2 und die Upfrontsensoren 3.2, 3.3 werden möglichst
nahe der Fahrzeugaußenhaut angebracht, um beispielsweise auch Unfälle mit
pfahlförmigen Hindernissen detektieren zu können. Bei derartigen Unfällen ist
30 eine sichere Detektion deswegen problematisch, da die Amplitude des
gemessenen Beschleunigungssignals relativ gering ist. Auch bei Seitencrashes
ist die Anordnung der Sensoren nahe der Fahrzeugaußenhaut notwendig, um

das Insassenschutzsystem schnell und sicher auszulösen, da die Knautschzone an der Seite des Fahrzeugs gering ist.

Fig. 13 zeigt eine Darstellung der Empfindlichkeitsrichtungen von

5 Beschleunigungsaufnehmern eines Insassenschutzsystems gemäß dem Stand der Technik. Dabei weist das Steuergerät 2.2 zwei Beschleunigungsaufnehmer auf, deren Empfindlichkeitsrichtung 3 jeweils um 90° versetzt sind. Im ersten Fall, der links dargestellt ist, ist die Empfindlichkeit des ersten Beschleunigungsaufnehmers in x-Richtung, d.h. in
10 Richtung der Fahrzeuglängsachse ausgerichtet, während die Empfindlichkeit des zweiten Beschleunigungsaufnehmers in y-Richtung, d.h. in Richtung der Fahrzeugquerachse ausgerichtet ist. Im zweiten Fall, der rechts dargestellt ist, sind die Empfindlichkeiten des ersten und zweiten Beschleunigungsaufnehmers jeweils um 45° versetzt zur
15 Fahrzeuglängsachse ausgerichtet. Die Beschleunigungsaufnehmer lassen sich in jeder erdenklichen Winkelposition anordnen, um anhand der resultierenden Beschleunigungsvektoren eine Ebene hinsichtlich einer Änderung der Beschleunigung überwachen zu können.

20 Fig. 1 zeigt eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit zwei Fahrzeugsensoren 4 gemäß der Erfindung. Die Anbringung der Fahrzeugsensoren 4 unmittelbar an der Fahrzeugaußenhaut ist aufgrund ihrer Funktionsweise nicht erforderlich. Sie sind in der Nähe oder innerhalb des zentral angeordneten Steuergerätes 2 angeordnet.

25 Da sich sowohl transversale als auch longitudinale Körperschallwellen schneller im Fahrzeug ausbreiten als die durch eine Beschleunigungsänderung erzeugten Schwingungen, ist eine Anbringung der Fahrzeugsensoren 4 an der Fahrzeugaußenhaut nicht unbedingt erforderlich,
30 da auch bei einer Anbringung in geschützten Hohlräumen des Fahrzeugs oder nahe oder innerhalb des Steuergeräts 2 eine rechtzeitige Auslösung des Insassenschutzsystems garantiert werden kann.

Da der Fahrzeugsensor 4 gemäß der Erfindung eine Richtungscharakteristik in x- und y-Richtung aufweisen kann, deren resultierende Richtungscharakteristik mit einem Pfeil dargestellt ist, ist es möglich, mit nur einem Fahrzeugsensor 4 eine aus Fahrzeuglängsachse und –querachse gebildete Fläche hinsichtlich einer Unfalldetektion zu überwachen. Um die Sicherheit beim Auslösen eines Insassenschutzsystems zu erhöhen, wird mit einem zweiten Fahrzeugsensor 4, dessen resultierende Richtungscharakteristik um 90° versetzt zu der des ersten Fahrzeugsensors 4 ist, eine Plausibilisierung des Auslösesignals für das Insassenschutzsystem vorgenommen. Alternativ dazu kann eine Plausibilisierung des Auslösesignals auch durch die Verwendung eines weiteren Signalanteils, beispielsweise dem der Beschleunigung, des gleichen Fahrzeugsensors 4 erfolgen.

Die Anbringung eines weiteren Fahrzeugsensors 4 beispielsweise nahe der Fahrzeugaußenhaut zusätzlich zu dem zentral im Steuergerät angeordneten Fahrzeugsensor 4, obwohl dieser eine aus Fahrzeuglängsachse und –querachse gebildete Fläche überwachen kann, ist beispielsweise dann erforderlich, wenn ein Zusammenstoß mit einem leichten Hindernis detektiert werden soll.

Fig. 2.1 zeigt eine schematische Darstellung des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung, wobei der Fahrzeugsensor 4 neben dem Körperschall oberhalb 4 kHz auch die Beschleunigung unterhalb 500 Hz erfasst. Fig. 2.2 zeigt eine Frequenzcharakteristik des von dem in Fig. 2.1 dargestellten Fahrzeugsensor 4 erfassten Signals. Der Fahrzeugsensor 4 ist in einem Fahrzeug 1 angeordnet, das sich in Fahrtrichtung 1.1 bewegt. Er weist einen Messwertaufnehmer 4.1 zur Erfassung des Körperschalls oberhalb 4 kHz und der Beschleunigung unterhalb 500 Hz und eine Verarbeitungseinheit 4.2 auf.

Die Verarbeitungseinheit 4.2 umfasst eine integrierte Verstärkerschaltung, welche die Messsignale des Körperschalls 6.4 und der Beschleunigung 6.3 für die weitere Verarbeitung in der nachfolgenden Auswertungseinheit 2.1 aufbereitet. Die Auswertungseinheit 2.1 ist in diesem Fall ein Mikroprozessor

des Steuergerätes 2 für ein Insassenschutzsystem. Die Aufbereitung der Messsignale des Körperschalls 6.4 und der Beschleunigung 6.3 umfassen eine Filterung und eine Digitalisierung der gefilterten Signale durch einen A/D-Wandler, so dass diese dann am Ausgang 4.2.1 der Verarbeitungseinheit 4.2 als digitales Signal anliegen. Die so erzeugten Signale werden dann über eine digitale Schnittstelle dem Mikroprozessor im Steuergerät 2 zugeführt. Außerdem entfällt so eine zusätzliche aufwendige externe Signalfilterung. Damit eine Übersteuerung der Verarbeitungseinheit 4.2 vermieden wird, wird die Empfindlichkeit des Fahrzeugsensors hinsichtlich einer Beschleunigung zwischen $\pm 1g$ und $\pm 1000g$ so gewählt, dass sie den Erfordernissen des Fahrzeugsensoreinsatzes genügt, ohne dass zu große Amplitudenunterschiede der unterschiedlichen Signalanteile auftreten.

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung, der auf der Fahrzeugstruktur 5 angebracht ist. In der Fahrzeugstruktur 5 breiten sich Körperschallwellen in Richtung 6 aus, wobei sie sich in longitudinale Körperschallwellen 6.1 und transversale Körperschallwellen 6.2 unterteilen. Longitudinale Körperschallwellen 6.1 schwingen in Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle 6, transversale Körperschallwellen 6.2 dagegen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle 6.

Der Fahrzeugsensor 4 weist ein Substrat als Träger 4.3 auf. Dieses Substrat kann ein Keramik-, ein Emaille- oder ein Leiterplattensubstrat sein. An dem Träger 4.3 ist mittels einer Kontaktierschicht 4.8.1 als kraftschlüssige Verbindung ein Piezoelement als Messwertaufnehmer 4.1 angebracht. Auf der gegenüberliegenden Fläche des Trägers 4.3 ist eine integrierte Halbleiterschaltung als Verarbeitungseinheit 4.2 angeordnet. Zusätzlich kann ein mikromechanischer Beschleunigungssensor 4.4 angeordnet sein. Der Träger 4.3, die Verarbeitungseinheit 4.2 und der Beschleunigungssensor 4.4 sowie das Lead Frame 4.9, das zur Kontaktierung dient, sind mit einer Mold Masse 4.7 umspritzt, um den Sensorkörper 4.0 zu bilden. Die Kontakte des Lead Frame 4.9 des Sensorkörpers 4.0 sind mit den Steckerpins 8.1

verbunden, die den Anschlussstecker 8.2 bilden. Der Sensorkörper 4.0 ist in dem Gehäuse 4.10 angebracht und mit einem Verguss 4.6 ausgegossen. Das Gehäuse 4.10 umschließt dabei den Sensorkörper 4.0 und den Verguss 4.6 nicht vollkommen.

5

Um eine Übertragung der Signale des Körperschalls und der Beschleunigung zu gewährleisten, ist zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 mit einer darauf angebrachten Elektrode 4.1.1 und der Fahrzeugstruktur 5 eine elastische Koppelschicht 7.1 angebracht, die ausgebildet ist, eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile vorzunehmen beziehungsweise erwünschte Signalanteile bevorzugt zu übertragen.

10

Die elastische Kontaktierschicht 4.8.1 zwischen dem Träger 4.3 und der piezoelektrischen Schicht 4.1 ermöglicht eine elektrische Signalübertragung an einer oder mehreren Kontaktstellen zu den Kontakten des Lead Frame und damit zu dem Anschlussstecker 8.2. Durch die Erfassung eines Potentials beziehungsweise der Veränderung des Potentials zwischen der Elektrode 4.1.1 und einer weiteren Elektrode, die auf der anderen Seite der piezoelektrischen Schicht 4.1 angebracht ist und hier nicht näher dargestellt ist, können auf die piezoelektrische Schicht 4.1 einwirkende Kräfte gemessen werden.

15

20

Die Mold Masse 4.7 bildet einen Schutz für den Träger 4.3 und die damit verbundene piezoelektrische Schicht 4.1, die Verarbeitungseinheit 4.2 und den Beschleunigungssensor 4.4. Die daraus resultierende Formgebung des Sensorkörpers 4.0 bietet eine Montagehilfe für den Träger 4.3, der das piezoelektrischen Element 4.1 umfasst, in dem darauffolgenden Verarbeitungsschritt, bei dem der Sensorkörper 4.0 mittels des Vergusses 4.6 in dem Sensorgehäuse 4.10 eingegossen wird.

25

30

Der Fahrzeugsensor 4 wird mit der offenen Seite des Gehäuses 4.10 beziehungsweise mit der Seite, an der sich die elastische Koppelschicht 7.1 befindet, an der Fahrzeugstruktur 5 angebracht. Dazu wird das Gehäuse 4.10

mittels einer Klebeverbindung als umlaufende Verbindung 9 an der Fahrzeugstruktur 5 derart befestigt, dass die elastische Koppelschicht 7.1 zur Übertragung der Signale des Körperschalls und der Beschleunigung direkt an der Fahrzeugstruktur 5 anliegt. Aus Gründen von Toleranzen beispielsweise bei der Herstellung verbleibt ein Hohlraum 10 im Bereich der Gehäuseaußenwand. Im Bereich der piezoelektrischen Schicht 4.1 sorgt die elastische Koppelschicht 7.1 für den erforderlichen Toleranzausgleich und damit für einen optimalen Kontakt und optimale Übertragung der Signale zwischen piezoelektrischer Schicht 4.1 und der Fahrzeugstruktur 5.

Die umlaufende Verbindung 9 kann alternativ auch als Schweiß- oder Lötverbindung ausgeführt sein. Zusätzlich kann sie außerdem durch eine hier nicht dargestellte mechanische Verbindung wie eine Klemmverbindung oder eine Verschraubung verstärkt werden. Dies kann beispielsweise im Montageprozess vorteilhaft sein, wenn man Wartezeiten für das Trocknen der Klebeverbindung vermeiden möchte.

Fig. 4.1 zeigt eine detaillierte Darstellung der Anbringung der piezoelektrischen Schicht 4.1 auf dem Träger 4.3 der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsform. Unterhalb der piezoelektrischen Schicht 4.1 ist die gemeinsame Elektrode 4.1.1 angebracht, die linksseitig um die piezoelektrische Schicht 4.1 nach oben führt, um mit einer kleineren Teilfläche zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 und der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 zu liegen zu kommen. Oberhalb der piezoelektrischen Schicht 4.1 beziehungsweise zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 und der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 ist eine weitere Elektrode 4.1.2 angebracht, die gemäß der Erfindung in mehrere Elektroden aufgeteilt sein kann, die einer Aufteilung des Messwertaufnehmers in einzelne Messwertaufnahmerelemente entspricht. Der Träger 4.3 umfasst zwei Durchkontaktierungen 4.3.1, die es ermöglichen, eine elektrische Verbindung zwischen den zwei Elektroden 4.1.1 und 4.1.2 und der Verarbeitungseinheit 4.2 herzustellen.

Fig. 4.2 zeigt eine vergrößerte Darstellung des durch einen punktierten Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 4.1 beziehungsweise der Kontaktierung der gemeinsamen Elektrode 4.1.1. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 ist linksseitig um die piezoelektrische Schicht 4.1 herumgeführt. Damit ist sie durch eine kleinere Teilfläche mit der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 verbunden. Über eine Kontaktfläche 4.3.2 und einer Verdrahtungsleitung 4.3.3, die durch die Durchkontaktierung 4.3.1 verbunden sind, ist die gemeinsame Elektrode 4.1.1 mit der Verarbeitungseinheit 4.2 elektrisch verbunden. Die Kontaktfläche 4.3.2 ist deutlich geringer als die elastische Kontaktierschicht 4.8.1, so dass eine Verbindung zwischen der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 und dem Träger 4.3 gewährleistet ist.

Fig. 4.3 zeigt die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 4.1 und damit die Aufteilung der Fläche der Elektrode 4.1.2 und der kleineren Teilfläche der gemeinsamen Elektrode 4.1.1. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 wurde um die piezoelektrische Schicht 4.1 herumgeführt, um eine elektrische Verbindung mit der Verarbeitungseinheit 4.2. durch den oben beschriebenen elektrischen Signalpfad zu ermöglichen. Die Elektrode 4.1.2, die hier als eine einzelne Elektrode dargestellt ist, kann je nach Anwendungszweck des Fahrzeugsensors 4 in mehrere Einzelelektroden, die einer Aufteilung in mehrere Messwertaufnahmerelemente entspricht, aufgeteilt werden, indem man die Fläche der Elektrode 4.1.2 aufteilt.

Die Figuren 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 zeigen nun ebenfalls der Linie A-B folgende Schnitte der Fig. 4.1, wobei die piezoelektrische Schicht 4.1 und analog dazu auch die Elektrode 4.1.2 in unterschiedliche Anordnungen aufgeteilt wurde.

Fig. 5.1 zeigt eine Facettenanordnung der Messelektroden 4.1.3, die einer Facettenanordnung der Messwertaufnahmerelemente entspricht. Die Messelektroden 4.1.3 sind als feste Bestandteile des Messwertaufnehmers 4.1 ausgebildet. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 dient jeder Messelektrode 4.1.3 zum Erfassen des Potentialunterschieds der piezoelektrischen Schicht zwischen der jeweiligen Elektrode 4.1.3 und der gemeinsamen Elektrode

4.1.1. Fig. 5.2 zeigt analog dazu eine Array-Anordnung der Messelektroden 4.1.4, die einer Array-Anordnung der Messwertaufnehmerelemente entspricht. Mit mindestens 8 Messelektroden lässt sich eine Ebene hinsichtlich des Körperschalls überwachen und eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle durchführen. Mit mehr als 8 Messelektroden ist außerdem eine Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise eine Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen möglich.

Fig. 6.1 zeigt hingegen eine Digital-Anordnung der Messelektroden 4.1.5, die einer Digitalanordnung der Messwertaufnehmerelemente entspricht. Mittels einer solchen kammartigen Ausbildung der zwei Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der zwei Messelektroden 4.1.5 lassen sich Filtereigenschaften des Fahrzeugsensors realisieren. Neben der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 sind mindestens zwei solcher kammartig ausgebildeten Messwertaufnehmerelemente erforderlich, um eine Filtercharakteristik für longitudinale Körperschallwellen des Fahrzeugsensors auszubilden. Außerdem haben auch bei dieser Anordnung die geometrische Anordnung und die geometrischen Abmessungen der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der Messelektroden Einfluss auf die Signalübertragung der Körperschallwellen.

Fig. 6.2 zeigt eine Anordnung der Elektroden gemäß der Figur 4.3, wobei der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 und der Elektrode 4.1.2 eine Selbsttestelektrode 4.1.6 hinzugefügt wurde. Diese Selbsttestelektrode 4.1.6 lässt sich auch in den anderen aufgeführten Ausführungsbeispielen für die Anordnung von Messelektroden (Fig. 5.1, 5.2, 6.1) zu den dort dargestellten Messelektroden 4.1.x hinzufügen, um eine Selbsttestfähigkeit des Fahrzeugsensors 4 zu implementieren. Über die Selbsttestelektrode 4.1.6 wird ein Testsignal eingespeist, dass infolge einer Verkoppelung über die piezoelektrische Schicht von der Elektrode 4.1.2 gemessen wird. Analog dazu kann bei einer Implementierung einer Selbsttestelektrode in den anderen aufgeführten Ausführungsbeispielen für die Anordnung von Messwertaufnehmerelementen beziehungsweise Messelektroden (Fig. 5.1,

5.2, 6.1) dieses Testsignal von den dort dargestellten Messelektroden 4.1.x gemessen werden.

Fig. 7 zeigt eine zweite Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung, der auf einer Fahrzeugstruktur 5 angebracht ist. Analog wie in Fig. 3 beschrieben, umfasst der Fahrzeugsensor 4 ein Substrat als Träger 4.3. Unterhalb des Trägers 4.3 ist die Verarbeitungseinheit 4.2 angeordnet. Ebenfalls unterhalb des Trägers 4.3 kann ein Beschleunigungssensor 4.4 angeordnet sein. Eine piezoelektrische Schicht mit Messelektroden ist als Messwertaufnehmer 4.1 oberhalb des Trägers 4.3 über eine Klebestelle 4.8.3 mit dem Träger 4.3 verbunden. Der Messwertaufnehmer 4.1 ist über die viskoelastische Koppelschicht 7.2 mit dem Hybridgehäuse-Boden 4.5.1 signaltechnisch verkoppelt und verbunden. Unterhalb des Trägers verschließt der Hybridgehäuse-Deckel 4.5.2 den Fahrzeugsensor 4.

Über die Bondverbindungen 4.8.2 werden die von der Verarbeitungseinheit 4.2 gelieferten Messsignale an die Steckerpins 8.1 weitergeleitet und nach außen geführt. Die Steckerpins 8.1 sind als Glasdurchführungen des Hybridgehäuse-Bodens ausgebildet.

Das Hybridgehäuse 4.5 ist mittels einer Klebeverbindung 9.1 an einem Montageblock 11 befestigt. Alternativ kann das Hybridgehäuse auch über eine Schweiß- oder Lötverbindung an dem Montageblock 11 befestigt sein. Die Befestigung kann, wie hier nicht dargestellt, beispielsweise durch eine Schraubenverbindung verstärkt werden. Der Montageblock 11 weist einen geeigneten Hohlraum 10 auf, um den Fahrzeugsensor 4 in seinem Hybridgehäuse 4.5 aufzunehmen. Der Montageblock 11 ist mit einer Schraubenverbindung 12 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt. Zusätzlich kann die Befestigung durch eine hier nicht näher dargestellte Klebe-, Schweiß- oder Lötverbindung verstärkt werden.

Die Körperschallwellen breiten sich längs der Fahrzeugstruktur in Richtung 6 aus, wobei sie sich in transversale Körperschallwellen 6.2 und longitudinale

Körperschallwellen 6.1 unterteilen. Der Montageblock 11 und das Hybridgehäuse 4.5 sind derart befestigt, dass sie eine Übertragung insbesondere der longitudinalen Körperschallwellen gewährleisten, wie mit der Strichpunktlinie dargestellt. Über die viskoelastische Koppelschicht 7.2 werden die Körperschallwellen weiter auf die piezoelektrische Schicht 4.1 übertragen. Somit ist der Fahrzeugsensor signaltechnisch mit der Fahrzeugstruktur 5 verkoppelt.

Das Hybridgehäuse 4.5 bildet einen Schutz, beispielsweise vor Feuchtigkeit, für den Träger 4.3 mit dem Messwertaufnehmer 4.1, der Verarbeitungseinheit 4.2 und dem Beschleunigungssensor 4.4. Es ist derart ausgebildet, dass es einfach im Hohlraum 10 des Montageblocks 11 eingefügt und mit einem Verguss ausgefüllt wird. Der Montageblock 11 weist eine Form auf, die den erforderlichen Toleranzausgleich bei der Anbringung zwischen Fahrzeugsensor und Fahrzeugstruktur vornimmt.

Alternativ kann auf den Montageblock 11 verzichtet werden, wenn die Fahrzeugstruktur 5 eine Aussparung ähnlich dem Hohlraum 10 des Montageblocks 11 aufweist, um das Hybridgehäuse 4.5 aufzunehmen.

20

Fig. 8 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 7. Er stellt detailliert die Anbringung des Montageblocks 11 an der Fahrzeugstruktur 5 dar. Der Montageblock 11 ist mit einer Schraubenverbindung 12 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt. Zusätzlich ist die Befestigung durch mechanische Kontaktstellen 11.1 verstärkt.

25

Die mechanischen Kontaktstellen 11.1 weisen eine Kegelform mit einer kreisförmigen Grundfläche auf. Alternativ sind auch Kontaktstellen möglich, deren Kegel eine ovale Grundfläche hat. Je nach den geometrischen Abmessungen und der geometrischen Anordnung dieser Kontaktstellen 11.1. wird eine bevorzugte Übertragung gewünschter Signalanteile wie die des longitudinalen Körperschalls 6.1 von der Fahrzeugstruktur 5 auf den Montageblock 11 und eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile erreicht.

30

Bezüglich der geometrischen Abmessungen der mechanischen Kontaktstellen 11.1 beziehungsweise der Abstände der Anbringung der mechanischen Kontaktstellen 11.1 gilt auch hier, dass diese je nach Anwendung des Fahrzeugsensors abhängig von der zu erfassenden Wellenlänge des Körperschalls sind.

Fig. 9.1 zeigt eine dritte Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung. Auch hier umfasst der Fahrzeugsensor 4 einen Träger 4.3, der auf der einen Seite eine Verarbeitungseinheit 4.2 und einen Beschleunigungssensor 4.4 aufweist und auf der anderen Seite mit einem Piezoelement 4.1 über eine Klebeverbindung 4.8.3 verbunden ist. Die vom Piezoelement 4.1 gemessenen Signale werden durch eine Durchkontaktierung 4.3.1 zur Verarbeitungseinheit geleitet. Über die Bondverbindungen 4.8.2 werden die von der Verarbeitungseinheit 4.2 verarbeiteten Signale zu den Steckerpins 8.1 nach außen weitergeleitet. Die Steckerpins 8.1 sind auch hier als Glasdurchführungen im Hybridgehäuse 4.5 ausgeführt. In dieser Ausführungsform umschließt das Hybridgehäuse 4.5 die vorher genannten Bestandteile des Fahrzeugsensors 4 vollkommen. Das Hybridgehäuse 4.5 ist mittels einer Klebeverbindung 9.1 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt.

Abweichend von der ersten oder zweiten Ausführungsform ist das Piezoelement 4.1 im rechten Winkel zum Träger 4.3 angeordnet. Dadurch wird eine Dämpfung der transversalen Körperschallwellen 6.2 erzielt.

25

Fig. 9.2 zeigt zum besseren Verständnis die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 9.1. Die Erfassung der longitudinalen Körperschallwellen 6.1 wird dadurch ermöglicht, dass das Piezoelement 4.1 zusammen mit seiner gemeinsamen Elektrode 4.1.1 über eine starre Ankopplung 7.3 mit dem Hybridgehäuse 4.5 verbunden ist und das Hybridgehäuse 4.5 wiederum durch einen Verguss oder eine viskoelastische Koppelschicht 7.2 mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden ist. Die starre Ankopplung 7.3 als auch die viskoelastische Koppelschicht 7.2 ermöglichen

30

einerseits das bevorzugte Übertragen gewünschter Signalanteile als auch eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile.

Die Klebeverbindung 4.8.3 zwischen dem Träger 4.3 und dem Piezoelement 4.1 ist mit mindestens einer Verdrahtungsleitung 4.3.3 ausgebildet, um die elektrische Signalübertragung zwischen der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 und der Durchkontaktierung 4.3.1 und damit der Verarbeitungseinheit 4.2 zu realisieren.

Das Hybridgehäuse 4.5 schützt den Fahrzeugsensor 4 beispielsweise vor Feuchtigkeit und ist so ausgebildet, dass es in einen geeigneten kreisförmigen Hohlraum 10 der Fahrzeugstruktur 5 eingepasst wird, mittels der Klebeverbindung 9.1 mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden wird und mit dem Verguss 4.6 oder der viskoelastischen Koppelschicht 7.2 zumindest teilweise ausgefüllt wird. Zusätzlich kann das Hybridgehäuse mit einer mechanischen Fixierung wie einer Klemm- oder Schraubverbindung an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt werden. Durch den kreisförmigen Hohlraum 10 in der Fahrzeugstruktur 5 wird zusätzlich die Ausbreitung der transversalen Körperschallwelle behindert und damit eine Dämpfung dieser Welle erreicht.

Alternativ kann der Fahrzeugsensor ähnlich wie in der zweiten Ausführungsform beschrieben über einen Montageblock mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden werden. Die Formgebung des Fahrzeugsensors 4 beziehungsweise seines Hybridgehäuses 4.5 ebenso wie die Ausbildung des Vergusses 4.6 oder der elastischen Koppelschicht 7.2 sorgen für den notwendigen Toleranzausgleich bei der Anbringung und eine optimale Übertragung der Körperschall- und Beschleunigungssignale auf den Fahrzeugsensor 4.

Fig. 10.1 zeigt eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über die viskoelastische Koppelschicht 7.2. Die viskoelastische Koppelschicht 7.2 ist

als eine gemeinsame, sich über alle Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 erstreckende Schicht ausgebildet.

Fig. 10.2 zeigt dagegen eine Darstellung der Ankopplung der
5 Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über viskoelastische Noppen 7.2.1. Der Raum zwischen den Noppen 7.2.1, die hier eine abgeflachte kugelförmige Form aufweisen, ist mit einem Underfiller-Material ausgefüllt. Dieses Material ist im Gegensatz zu dem viskoelastischen Material der Noppen 7.2.1 hart und unelastisch.

10

Fig. 10.3 zeigt eine Darstellung der Ankopplung der
Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen 7.2.3 einer Matrize 7.2.4. Der Messwertaufnehmer ist mittels einer Matrize 7.2.4 mit der
15 Fahrzeugstruktur 5 verbunden. Die Matrize 7.2.4 weist im Bereich der Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 Freisparungen 7.2.3 auf. Diese sind mit dem viskoelastischen Material zur Signalankopplung aufgefüllt.

Fig. 11.1 zeigt verschiedene Ausführungsformen der Noppen
20 beziehungsweise Freisparungen der Matrize. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihres Querschnittes, der kreisförmig, rechteckig oder quadratisch sein kann, und ihrer Form, die quaderförmig oder teilkegelförmig sein kann. Ebenso kann ihre Dicke beziehungsweise Höhe unterschiedlich sein. Außerdem können sie zusätzlich Aussparungen wie beispielsweise Rillen
25 oder Ausbuchtungen, wie in den zwei rechten Ausführungsformen der Fig. 11.1 dargestellt, aufweisen.

Fig. 11.2 zeigt schließlich eine Darstellung der Ankopplung der
Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur mit einer Anpassung
30 der Welle an das Messwertaufnehmerelement. Durch eine geeignete Ausbildung der viskoelastischen Noppe 7.2.1 ist es möglich, eine durch die Fahrzeugstruktur laufende Welle so zu brechen, dass sie von dem Messwertaufnehmerelement 4.1.3 optimal erfasst werden kann.

Bezugszeichen

	1	Fahrzeug
5	1.1	Fahrtrichtung des Fahrzeugs
	2	Steuergerät
	2.1	Auswertungseinheit
	2.2	Steuergerät mit Beschleunigungsaufnehmern
	3.1.2	Seitensensoren mit Richtungsempfindlichkeit in x- und y-
10		Richtung
	3.2	seitlich angeordneter Upfrontsensor mit Richtungsempfindlichkeit in x-Richtung
	3.3	zentral angeordneter Upfrontsensor mit Richtungsempfindlichkeit in x-Richtung
15	4	Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung
	4.0	Sensorkörper
	4.1	Messwertaufnehmer
	4.1.1	gemeinsame Elektrode des Messwertaufnehmers
	4.1.2	einzelne Elektrode des Messwertaufnehmers
20	4.1.3	Facettenanordnung der Messelektroden des Messwertaufnehmers
	4.1.4	Arrayanordnung der Messelektroden des Messwertaufnehmers
	4.1.5	Digitalanordnung der Messelektroden des Messwertaufnehmers
	4.1.6	Selbsttestelektroden des Messwertaufnehmers
25	4.2	Verarbeitungseinheit
	4.2.1	Ausgang der Verarbeitungseinheit
	4.3	Träger
	4.3.1	Durchkontaktierung
	4.3.2	Kontaktfläche
30	4.3.3	Verdrahtungsleitung
	4.4	Beschleunigungssensor
	4.5	Hybridgehäuse
	4.5.1	Hybridgehäuse-Boden

	4.5.2	Hybridgehäuse-Deckel
	4.6	Verguss
	4.7	Moldmaterial
	4.8.1	elastische Kontaktierschicht
5	4.8.2	Bondverbindung
	4.8.3	Klebestelle
	4.9	Lead Frame
	4.10	Gehäuse
	5	Fahrzeugstruktur
10	6	Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle
	6.1	Ausbreitungsrichtung der longitudinalen Körperschallwelle
	6.2	Ausbreitungsrichtung der transversalen Körperschallwelle
	6.3	Beschleunigungssignalanteil
	6.4	Körperschallsignalanteil
15	7.1	elastische Koppelschicht
	7.2	visko-elastische Koppelschicht
	7.2.1	Noppen aus viskoelastischem Material
	7.2.2	Underfiller
	7.2.3	mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen einer
20		Matrize
	7.2.4	Matrize
	7.3	starre Ankopplung
	8.1	Steckerpin
	8.2	Anschlusstecker
25	9	umlaufende Verbindungsstelle
	9.1	Klebeverbindung
	10	Hohlraum
	11	Montageblock
	11.1	Kontaktstelle
30	12	Befestigungsschraube

Patentansprüche

1. Fahrzeugsensor (4) zur Erfassung von Körperschall, der
5 einen Messwertaufnehmer (4.1) zur Erfassung des Körperschalls
umfasst, wobei der Messwertaufnehmer (4.1) mehrere einzelne,
gesonderte Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) umfasst, die jeweils
mit einer Fahrzeugstruktur (5) derart gekoppelt sind, dass
10 Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die
Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) übertragen werden.
2. Fahrzeugsensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)
15 derart gekoppelt sind, dass longitudinale und/oder transversale
Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die
Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) übertragen werden.
3. Fahrzeugsensor nach Anspruch 1 oder 2,
20 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)
über eine elastische (7.1) oder eine visko-elastische (7.2)
Koppelschicht zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind.
- 25 4. Fahrzeugsensor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die visko-elastische Koppelschicht (7.2) als eine gemeinsame, sich
über die Fläche aller Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) zwischen
den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) und der Fahrzeugstruktur
30 (5) erstreckende Schicht oder in Form von separaten Noppen (7.2.1)
zwischen den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) und der
Fahrzeugstruktur (5) ausgebildet ist.

5. Fahrzeugsensor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) und der
Fahrzeugstruktur (5) eine Matrize (7.2.4) angeordnet ist, die
5 Freisparungen zwischen den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x)
und der Fahrzeugstruktur (5) aufweist, wobei die visko-elastische
Koppelschicht (7.2) in Form von Füllungen (7.2.3) dieser
Freisparungen gebildet ist.
- 10 6. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.3, 4.1.4) in Form einer
Facettenstruktur oder eines Arrays angeordnet sind.
- 15 7. Fahrzeugsensor nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
er mindestens acht Messwertaufnehmerelemente (4.1.3, 4.1.4)
aufweist.
- 20 8. Fahrzeugsensor nach einer der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.5, 4.1.6) in Form einer
Digitalstruktur oder einer Selbstteststruktur angeordnet sind.
- 25 9. Fahrzeugsensor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
er mindestens zwei Messwertaufnehmerelemente (4.1.5, 4.1.6)
aufweist.
- 30 10. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abmessungen der Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) kleiner sind

als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

11. Fahrzeugsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Abmessungen der Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) größer sind
als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

12. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 der Messwertaufnehmer (4.1) ein piezoelektrischer, piezoresistiver
oder kapazitiver Messwertaufnehmer ist.

13. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 er einen Träger (4.3) für den Messwertaufnehmer (4.1) umfasst, der als
ein Substrat, ein Verdrahtungsträger oder eine Folie ausgebildet ist.

14. Fahrzeugsensor nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

20 der Messwertaufnehmer (4.1) über eine kraft- und/oder formschlüssige
Verbindung (4.8.1, 4.8.3) mit dem Träger (4.3) verbunden ist.

15. Fahrzeugsensor nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 die formschlüssige Verbindung (4.8.1, 4.8.3) zwischen dem
Messwertaufnehmer (4.1) und dem Träger (4.3) eine Klebestelle oder
eine Kontaktschicht ist.

16. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

30 er zusätzlich einen Beschleunigungssensor (4.4) umfasst.

17. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)
über mindestens eine mechanische Kontaktstelle (11.1) zur
Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind.

18. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

die mechanische Kontaktstelle (11.1) eine Kegelform aufweist, wobei
die Grundfläche des Kegels kreisförmig oder oval ist.

19. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17 oder 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen (11.1) kleiner
sind als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

20. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17 oder 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen (11.1) größer
sind als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

21. Sicherheitseinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem
Fahrzeugsensor (4) gemäß der vorhergehenden Ansprüche.

22. Diagnoseeinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem
Fahrzeugsensor (4) gemäß der vorhergehenden Ansprüche.

23. Verwendung eines Fahrzeugsensors nach einem der Ansprüche 1 bis
20 zur Auswertung von überlagerten voneinander unabhängigen
Körperschallwellen beziehungsweise zur Differenzierung zwischen
überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen, als
durchstimmbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner oder als
Parameterschätzer oder zur Ermittlung statistischer Kenngrößen.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugsensor (4) zur Erfassung von
5 Körperschall, der einen Messwertaufnehmer (4.1) zur Erfassung des
Körperschalls umfasst, wobei der Messwertaufnehmer (4.1) mehrere
einzelne, gesonderte Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) umfasst, die
jeweils mit einer Fahrzeugstruktur (5) derart gekoppelt sind, dass
10 Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die
Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) übertragen werden.

(Fig. 5.1)